

3.BANT GENİŞLİĞİ

- Bant genişliği kavramı
- Analog sinyalin bant genişliği
- Dijital sinyalin bant genişliği
- Kanal Bant Genişliği
- Bir kanalın, gürültülü ve gürültüsüz maksimum veri hızı

3.1 GİRİŞ

Bu bölümde bant genişliği kavramına ilişkin bilgiler verilmektedir. Sinyalin ve ortamın bant genişliği anlatılır. Ayrıca gürültülü ve gürültüsüz bir kanal için bant genişliğinin nasıl hesaplanacağı da açıklanır.

3.2 FOURIER ANALİZİ

19. yüzyılda Fransız matematikçi Jean-Baptiste Fourier, herhangi bir bileşik sinyalin farklı frekans, genlik ve faza sahip basit sinüs dalgalarının bir birleşimi olduğunu kanıtladı.

Bir Bileşik sinyal periyodik olabileceği gibi periyodik olmayabilir.

Periyodik bir bileşik sinyal ayrıştırıldığında, ayrı frekanslara, yani tamsayı değerlerinde (1, 2, 3, vb.) frekanslara sahip bir dizi basit sinüs dalgası ile gösterilebilir.

Periyodik olmayan bir bileşik sinyal ayrıştırıldığında sonsuz sayıda basit sinüs dalgasının sürekli frekanslarla, yani gerçek değerlerde frekanslarla bir birleşimi ile gösterilebilir.

3.3 BİR SİNYALİN BANT GENİŞLİĞİ

Bant genişliği, elektromanyetik spektrumun sinyal tarafından kaplanan kısmı olarak tanımlanabilir. Aynı zamanda bir sinyalin iletildiği frekans aralığı olarak da tanımlanabilir.

Farklı sinyal türleri farklı bant genişliğine sahiptir. Örnek: Ses sinyali, müzik sinyali vb.

Analog ve dijital sinyallerin bant genişliği farklı şekilde hesaplanır; analog sinyal bant genişliği frekansı (Hertz, Hz) cinsinden ölçülür, ancak dijital sinyal bant genişliği bit hızı (saniyedeki bit sayısı, **bits per second**, bps) cinsinden ölçülür.

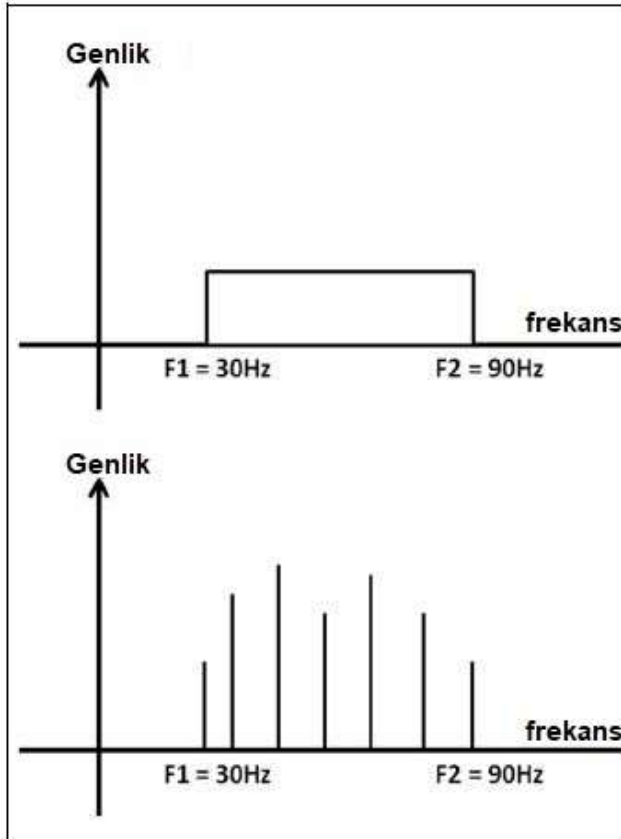
Sinyalin bant genişliği, ortamın/kanalın bant genişliğinden farklıdır.

3.3.1 Analog sinyalin bant genişliği

Analog bir sinyalin bant genişliği, frekansları cinsinden ifade edilir.

Bileşik analog sinyalin taşıdığı frekans aralığı olarak tanımlanır.

Maksimum frekans ile minimum frekans arasındaki farkla hesaplanır.



Şekil: Zaman alanında ve frekans alanında bir sinyalin bant genişliği

Yukarıdaki şekilde gösterilen sinyal göz önünde bulundurulduğunda: Diyagramda gösterilen sinyal, birçok bileşen sinyaline sahip bileşik bir analog sinyaldir.

Minimum frekansı $F1 = 30\text{Hz}$ ve maksimum frekansı $F2 = 90\text{Hz}$ 'dir.

Dolayısıyla bant genişliği $F2 - F1 = 90 - 30 = 60\text{ Hz}$ olarak verilir.

3.3.2 Dijital sinyalin bant genişliği

İletilecek sinyalin maksimum bit hızı olarak tanımlanır.

Saniye başına bit cinsinden ölçülür.

3.4 BİR KANALIN BANT GENİŞLİĞİ

Kanal, bilgi taşıyan sinyalin içinden geçtiği, iletileceği ortamdır.

Analog sinyal açısından kanalın bant genişliği, kanalın taşıyabileceği frekans aralığıdır.

Dijital sinyal açısından kanalın bant genişliği, kanalın desteklediği maksimum bit hızıdır. Bu aynı zamanda kanalın saniyede taşıyabileceği maksimum veri miktarıdır.

Ortamın bant genişliği her zaman iletilecek sinyalin bant genişliğinden daha büyük olmalıdır, aksi takdirde iletilen sinyal zayıflayacak, bozulacak ya da her ikisi birlikte bilgi kaybına yol açacaktır.

Kanal bant genişliği iletilecek sinyalin türüne (analog veya dijital) göre belirlenir.

3.5 BİR KANALIN MAKSİMUM VERİ HIZI

Veri hızı üç faktöre bağlıdır:

1. Mevcut bant genişliği,
2. Kullandığımız sinyallerin düzeyi,
3. Kanalın kalitesi (gürültü seviyesi)

Kanalın kalitesi iki türü gösterir:

a) Gürültüsüz veya İdeal Kanal

İdeal kanal, gürültüsü olmayan kanaldır.

Henry Nyquist tarafından türetilen Nyquist Bit hızı, Gürültüsüz Kanal için bit hızını verir.

b) Gürültülü Kanal

Gerçekte kanal biraz gürültü içerir.

Claude Shannon tarafından formüle edilen Shannon Kapasitesi gürültülü bir kanal için bit hızını verir

3.5.1 Nyquist Bit Hızı

Nyquist bit hızı formülü teorik maksimum gürültüsüz bir kanal için bit hızı değerini tanımlar.

$$**Bit Hızı = 2 x Bant Genişliği x log₂ L**$$

Burada,

Bit hızı, kanalın bit/saniye cinsinden bit hızıdır.

Bant genişliği kanalın bant genişliğidir.

L sinyal seviyelerinin sayısıdır.

Örnek:

İki seviyeli bir sinyali ileten 5000 Hz bant genişliğine sahip gürültüsüz bir kanalın maksimum bit hızı nedir?

Çözüm:

Nyquist Bit hızına göre gürültüsüz bir kanalın bit hızı şu şekilde hesaplanabilir:

$$\text{Bit hızı} = 2 \times \text{Bant Genişliği} \times \log_2 L$$

$$= 2 \times 5000 \times \log_2 2 = 10000 \text{ bit/s (bps)}$$

3.5.2 Shannon Kapasitesi

Shannon Kapasitesi gürültülü bir kanal için teorik maksimum bit hızını tanımlar.

$$\mathbf{Kapasite = Bant Genişliği \times \log_2 (1 + SNR)}$$

Burada,

Kapasite, kanalın saniye başına bit cinsinden kapasitesidir.

Bant genişliği kanalın bant genişliğidir.

SNR (Signal-to-Noise Ratio), Sinyal/Gürültü Oranıdır.

Gürültülü bir kanal için maksimum bit hızını hesaplamaya yönelik Shannon Kapasitesi, Nyquist bit hızında yapıldığı gibi iletilen sinyallerin düzey sayısı dikkate alınmaz.

Örnek:

SNR 300 ve bant genişliği 3000Hz olan gürültülü bir kanalın bit hızını hesaplayın

Çözüm:

Shannon'a göre gürültülü bir kanalın bit hızı, Kapasite şu şekilde hesaplanabilir:

$$\text{Kapasite} = \text{bant genişliği} \times \log_2 (1 + \text{SNR})$$

$$= 3000 \times \log_2 (1 + 300) = 3000 \times \log_2 (301)$$

$$= 3000 \times 8.234 = 24701 \text{ bit/s}$$

SORULAR

1. Sinyalin bant genişliği terimini açıklayınız.
2. Kanalin bant genişliği terimini açıklayınız.
3. Bir kanalın maksimum veri hızı hakkında kısaca bilgi veriniz.

KAYNAKLAR

1. Data and Computer Communications, Eighth Edition, William Stallings 2007.
2. Computer networks and internets, Sixth edition, Douglas E. Comer, Pearson Education Limited, 2015.
3. Digital Communication Systems, Simon Haykin, John Wiley & Sons, 2014.
4. Fundamentals of Telecommunications. Roger L. Freeman, John Wiley & Sons, Inc., 1999.
5. Data Communications and Networking, Behrouz A Forouzan, McGraw-Hill, 2006.